

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 23020081153241

UDC_____

厦门大学

硕士学位论文

基于图像的海上船舶检测与识别研究

Maritime Ship Detection and Recognition Based on Image

蒋梅群

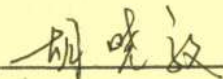
指导教师姓名: 洪景新高工

专业名称: 计算机应用技术

论文提交时间: 2011 年 5 月

论文答辩日期: 2011 年 月

学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: 

评阅人: _____

2011 年 5 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

声明人(签名):

蒋梅群

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明


本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）： 
年 月

厦门大学博硕士论文摘要库

摘要

海上船舶监控图像的自动检测识别对于了解海上船舶分布，海上目标跟踪，海上船舶管理、航道管理、休渔管理、禁渔区管理、海关管理，海防安全等方面都有重要的用途。

本研究在分析研究了大量有关目标检测识别方面的资料的基础上，对海上船舶在分割、特征提取、特征识别等问题上进行了较为系统、全面和深入的研究和实验，开发针对视频监控图像中海上船舶的自动分类系统，即在输入图像或视频中确定所有船只目标的位置和类型，包括货船和游船。本文的主要工作和贡献如下：

(1) 针对海上船舶的具体情况，提出了基于 Canny 边缘检测的粗定位和双阈值分割的精确定位相结合的分割方法。粗定位利用 Canny 边缘检测和面积法定位感兴趣区域，简化背景，进而采用基于 OTSU 的双阈值分割方法对感兴趣目标进行精确定位，补充了边缘检测不考虑灰度信息的缺陷。实验表明，该方法有效的去除了大量的海浪干扰，并且有效的分割开灰度差别的遮挡船舶和粘连不严重的船舶。

(2) 在特征提取方面，采用了两类特征，一是基于区域的不变矩特征，鉴于不变矩的良好全局形状描述能力，将 Hu、Zernike、Tchebichef 三个不同类型的代表性矩应用于分割后的船舶图像上，并对它们的不变性和特征表征能力进行分析和对比；二是聚类的 SIFT 特征，即对船的关键部位船头和船尾进行 SIFT 特征点的聚类，SIFT 特征是作为船舶矩特征的补充，其描述的是船舶局部特征；实验表明，两类特征都具有良好的表征能力，并以 Tchebichef 矩最优。

(3) 在检测识别方面，针对前面特征分析结果区分各个特征中的重要特征维和非重要特征维，并赋予不同的淘汰阈值；利用基于 DB-Index 评价准则的特征选择方法对 369 维融合特征按淘汰阈值进行有效的筛选，最终输入基于 SVM 的两层分类器，将目标分为非船、货船和游船。实验表明，特征融合和特征选择总体上提高了系统的准确性、鲁棒性和实时性，并对遮挡情况下的船只也表现出了较好的性能。

关键字：船舶识别；不变矩；SIFT；图像分割

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

Automatic detection and recognition of maritime ships from the monitoring images is important for understanding the distribution of marine ships, maritime target tracking, marine ship management, channel management, moratorium management, closed areas management, customs management, coastal security and other aspects.

This paper first introduces the current research situation of ship detection and recognition. And then the key technology and current situation of pattern recognition is presented. After that the segmentation, feature extraction, feature recognition and other issues are researched and validated by experiments. An automatic detection and recognition system of maritime ship from monitoring video is developed, which identifies the location and type of ships, including cargo and cruise ships, via input images or videos. The main work and contributions of the paper are as follows:

(1) For the specific circumstances of maritime ships, a segmentation method is proposed, which includes two steps, rough locating based on Canny edge detection and precise locating based on double-threshold segmentation. Canny detection and area size are combined to locate region-of-interest in step one, which simplifies the background of targets. And then double-threshold segmentation based on OTSU is used to locate targets precisely in step two, which complements edge detection in step of rough locating gray intensity information. Experiments show that this method effectively removes a large number of wave interference, and effectively separates mutual sheltered ships with gray difference and ships with slight adhesion.

(2) For feature extraction, two kinds of features are applied. One is the region-based invariant moment feature. In view of the strong global shape description ability of moments, the representation of three different Moments, Hu moment, Zernike moment and Tchebichef moment, are applied to the segmented images. Moreover geometric invariance and representation for images of these moments are analyzed and compared. The other kind of feature is clustering SIFT feature. It is the clustering feature of SIFT points extracted from the key parts of ships, bow and stern. SIFT feature is added to moment feature of ships, which describes the local features

of ships. Experiments show that both kinds of feature have good performance on describing ships in images, and Tchebichef moment is the best one of them.

(3) For the recognition, analysis results for the previous distinguish the relative critical dimensions of feature and non-critical dimensions of feature, and different elimination thresholds are assigned to them; and then a feature selection method based on evaluation criteria called DB-Index and above threshold is proposed to select the better dimensions from integrated features of the 369-dimensional effectively. Finally, the selected features enter two-layer classifier based on SVM, and targets are finally classified as non-ships, cargo or cruise ships. Experiments show feature integration and selection improves the accuracy, robustness and real-time of the system, and it also performs well when the ships with different gray levels shelter each other or ships has slight adhesion.

Keywords: Ship Recognition; Invariant Moments; SIFT; Image Segmentation

目录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景及意义.....	1
1.2 海上船舶目标识别的研究现状.....	2
1.3 本文主要研究内容.....	3
1.4 论文结构安排.....	5
第 2 章 目标识别方法理论研究	6
2.1 目标识别方法的核心问题.....	6
2.2 图像分割方法研究.....	6
2.2.1 基于阈值分割.....	6
2.2.2 基于边缘分割.....	7
2.2.3 基于区域生长分割.....	8
2.2.4 基于统计学分割.....	8
2.2.5 其他分割方法.....	9
2.3 特征提取方法研究.....	9
2.3.1 颜色特征.....	10
2.3.2 纹理特征.....	10
2.3.3 形状特征.....	11
2.3.4 角点特征.....	12
2.4 目标分类器选择研究.....	12
2.4.1 特征选择.....	12
2.4.2 分类器.....	13
2.5 小结.....	14
第 3 章 船舶图像分割	15
3.1 船舶图像分割的难点.....	15
3.2 预处理.....	16
3.3 粗定位.....	18

3.4 精确定位与遮挡问题.....	20
3.5 实验结果及分析.....	23
3.6 小结.....	30
第4章 船舶图像特征提取与分析	31
4.1 特征提取与分析流程.....	31
4.2 基于不变矩的特征提取.....	31
4.2.1 图像矩及其不变性.....	31
4.2.2 实验结果及分析.....	40
4.3 基于 SIFT 算子的船舶特征提取.....	48
4.3.1 SIFT 特征提取	48
4.3.2 基于聚类的 SIFT 特征提取	51
4.3.3 实验结果及分析.....	52
4.4 小结.....	54
第5章 船舶图像检测识别	55
5.1 船舶图像检测识别流程.....	55
5.2 SVM 原理.....	55
5.2.1 样本线性可分情况.....	56
5.2.2 样本线性不可分情况.....	57
5.2.3 多类分类策略.....	58
5.3 特征选择.....	58
5.4 实验结果及分析.....	59
5.5 小结.....	64
第6章 总结与展望	65
6.1 工作总结.....	65
6.2 对将来工作的展望.....	66
参考文献	67
攻读硕士学位期间发表的论文	73
致 谢.....	74

Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1. 1 Backgrounds and Significant	1
1. 2 Status of Recognition of Maritime Ship	2
1. 3 Reasearch Points	3
1. 4 Arrangements of Thesis.....	5
Chapter 2 Summary of Target Recognition	6
2. 1 Core Problem of Recognition	6
2. 2 Image Segmentation.....	6
2. 2. 1 Segmentation Based on Threshold.....	6
2. 2. 2 Segmentation Based on Edge.....	7
2. 2. 3 Segmentation Based on Region-growing.....	8
2. 2. 4 Segmentation Based on Statistics.....	8
2. 2. 5 Other Segmentation.....	9
2. 3 Feature Extraction	9
2. 3. 1 Feature Base on Color.....	10
2. 3. 2 Feature Base on Texture	10
2. 3. 3 Feature Base on Shape	11
2. 3. 4 Feature Base on Corner.....	12
2. 4 Regnition Classifier	12
2. 4. 1 Feature Selection.....	12
2. 4. 2 Classifier	13
2. 5 Summary.....	14
Chapter 3 Ship Image Segmentation	15
3. 1 Problems in Ship Image Segmentation	15
3. 2 Image Preprocessing	16
3. 3 Rough Location of Target Region.....	18

3.4	Precise Location and Mutual Shelter	20
3.5	Experimental Result and Analysis	23
3.6	Summary	30
Chapter 4 Feature Extraction and Analysis of Ship Image		31
4.1	Feature Extraction and Analysis Workflow	31
4.2	Moment Feature Extraction of Ship Image	31
4.2.1	Image Moment and Invariance	31
4.2.2	Experimental Result and Analysis	40
4.3	SIFT Feature Extraction of Ship Image	48
4.3.1	SIFT Feature Extraction	48
4.3.2	Clustering SIFT Feature Extraction	51
4.3.3	Experimental Result and Analysis	52
4.4	Summary	54
Chapter 5 Detection and Recognition of Ship Image		55
5.1	Ship Detection and Recognition Workflow	55
5.2	SVM Theory	55
5.2.1	Linear Separable Samples	56
5.2.2	Linear Nonseparable Samples	57
5.2.3	Multi-class classification	58
5.3	Feature Selection	58
5.4	Experimental Result and Analysis	59
5.5	Summary	64
Chapter 6 Conclusion and Prospections		65
6.1	Conclusion of the Thesis	65
6.2	Prospections of the Feture Work	66
Reference		67
Publications		73
Acknowledgement		74

第1章 绪论

1.1 研究背景及意义

随着社会经济的发展,交通事业和海洋航运在迅速发展,船舶在数量、吨位和航速上逐年增长,船舶碰撞、船舶撞桥等事故发生的频率也越来越高,实现海上目标的自动检测对于统计海面上来往船只信息、防止船只碰撞具有重要的意义。海上目标自动检测帮助管理者及时掌握海面船只的分布,有效管理船舶的停放,避免如非法捕捞、非法船舶停靠等现象发生。

厦门大学地处海边,研究和开发海上自动船舶检测识别系统不仅具有良好的条件,而且具有重要的意义。2001年厦金航线开通,渐渐成为台胞往返两岸的“黄金通道”,该航线的航运业也渐渐繁忙起来,这使厦门港对海运安全和管理的要求更高了;厦门港位国内第四大集装箱港,来往货船络绎不绝,使船舶有序、安全的停靠、出入成为船舶管理的重要方面;此外,厦门中华白海豚省级自然保护区和厦门文昌鱼市级保护区位于厦门海域,如果能自动检测该区域内非法捕捞船舶,将节省大量的人力物力。因此,针对海上船舶目标自动检测和识别的重要性,及目前此领域国内外研究较少的现状,我们选用海上船舶目标作为目标识别技术研究的对象。

随着科技的发展,数字成像设备技术日渐成熟,并普及到我们的日常生活,由于数字成像设备具有精度高、检测区域大、可视性强、速度快等优点,可作为目标图像的采集装置,可见光成像传感器只敏感于目标场景的亮度变化而与目标场景的热对比度无关,其成像受到天气的影响较大,但是其可获取的目标特征却比雷达以及红外要丰富得多,更有利于目标的有效识别。

计算机视觉既是工程领域,也是科学领域中的一个富有挑战性重要研究领域。“计算机视觉的挑战是要为计算机和机器人开发具有与人类水平相当的视觉能力。机器视觉需要图像信号,纹理和颜色建模,几何处理和推理,以及物体建模。一个有能力的视觉系统应该把所有这些处理都紧密地集成在一起。”模式识别技术作为计算机视觉领域的重要方面,是根据从图像抽取的统计特性或结构信息,把图像分成给定的类别。在计算机视觉中模式识别技术经常用于对图像中的

某些目标部分域的识别和分类。目标的自动识别一直是计算机视觉和模式识别研究领域的重要课题之一^[1]。

而海上目标一般在图像中所占的比例较小,目标背景受光照波浪影响,因此如何区分海上目标和背景波浪已经成为一个难题。如果能有效解决实时海面目标的检测与识别问题,将为解决其它类似的复杂模式的识别提供重要的启示。

1.2 海上船舶目标识别的研究现状

目前较为成熟的船只自动识别系统 AIS 系统^[2]由岸基(基站)设施和船载设备共同组成,是一种新型的集网络技术、现代通讯技术、计算机技术、电子信息显示技术为一体的数字助航系统和设备。AIS 系统主要使用无线电方面的技术,主要用于大型商用船舶的管理。就图像方面,SAR 水面船只的监视技术已在国内外得到了广泛应用^{[3][4]}。国内一些相关单位也进行了一些探索,比如海军大连舰艇学院、长沙国防科技大学等单位都对 SAR 图像在船只检测方面做了大量的研究工作^{[5][6]},其检测识别技术值得视频监控船舶图像的借鉴。而国内外专门针对基于视频监控图像的海上船舶检测识别系统及相关的研究都较少。

对于船只检测识别的具体内容而言包括:船只的定位、船只参数的估计(船只的大小、船只运动的方向和速度)、船只的分类。对于船只的分类,关于船只分类的标准,将船只分为两大类:军用舰队与商用船队。具体的方法有:(1)基于船只结构形状特征。1971 早期 F.W.SMITH 和 M.H.WRIGHT 就提出的利用矩不变性提取仿真合成孔径雷达船只图像的特征,表明使用空间矩作为特征表征图像来自动识别船只的可行性^[7];Zwicke 和 Kiss 利用改进的 Mellin 变换从距离上提取不依赖角度的船只特征^[8];Drazovich 等利用基于知识的专家系统提取船只的结构特征(船只的长度、主要结构的位置)^[9];Menon、Bachmann 等以及最近的 Osman 等所提出的利用不同神经网络结构的识别方法^{[10][11]}。(2)基于阈值法。阈值法是直接对船只进行检测的一个方法,1996 年挪威的 Knut Eldhuset 提出利用窗口滤波方法来检测 SAR 图像中的船只,该方法是一种求局部阈值的方法从背景中将船目标提取出来^[12]。M.Rey 在 1996 年提出用概率密度函数法来检测海面的船只,该方法是利用 K-Gamma 模型来描述 SAR 海洋图像,根据一定的统计数据计算检测船只的整体阈值^[13]。1999 年我国国防科技大学的周红建等人提

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库